

**Universidad Católica de Valparaíso
Vicerrectoría de Desarrollo**

**Informe Final del Proyecto
Sistema de Información de la
Universidad Católica de Valparaíso (SIUCV)**

**Volumen 1 de 7
Visión General**

preparado por

**Guillermo Bustos R.
Bárbara Steinfort N.
Paulina Domínguez I.
Zedra Villavicencio I.**

Enero, 1999

Índice

PRESENTACIÓN	3
INTRODUCCIÓN	5
1 PLAN DE TRABAJO GENERAL	8
2 ETAPA DE MODELAMIENTO FUNCIONAL	10
3 ETAPA DE MODELAMIENTO DE PROCESOS BASADOS EN ENTIDADES	12
4 ETAPA DE INTEGRACIÓN FUNCIONAL Y DE PROCESOS	14
5 ETAPA DE DEFINICIÓN DE INFORMES DE GESTIÓN	15
6 ETAPA DE MODELAMIENTO DE DATOS	16
7 ETAPA DE INTEGRACIÓN DE LOS MODELOS	17
8 RELACIONES DE CONSISTENCIA ENTRE LOS MODELOS	18
9 CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	19
9.1 Características de la Definición de Requerimientos	20
9.2 Desarrollo del Proyecto	20
9.3 Impactos de la Implementación	22
9.3.1 Impacto Organizacional	22
9.3.2 Impacto Tecnológico	23
ANEXOS	25
ANEXO 1 MODELO DE CONTROL Y ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	26
ANEXO 2 MODELADO DINÁMICO CON REDES DE PETRI	35
ANEXO 3 MODELO DE ENTIDADES Y RELACIONAMIENTOS	43

Presentación

El presente informe entrega toda la documentación resultante del proyecto “Sistema de Información UCV” (SIUCV), concluido el 15 de Enero de 1999.

Este proyecto se propone definir las necesidades de información para la gestión de la UCV. Esta información debe servir a toda la comunidad de personas, es decir, a las autoridades administrativas, académicas y a los alumnos.

El origen de este proyecto está en la denominada Comisión de Sistema de Información, creada en la Vicerrectoría de Desarrollo, a mediados de 1997. En esta comisión participaban el Vicerrector de Desarrollo Sr. David Cademártori, la Directora de Estudios y Proyectos Srta. Olaya Ocaranza, el Director General de Finanzas Sr. Mauro Núñez, el Director General de Procesamiento de Datos Sr. Armando Brusco, y como asesor, el académico de la Escuela de Ingeniería Industrial Sr. Guillermo Bustos. El propósito de esta comisión era analizar la situación de los sistemas de información de la UCV y las formas en que se podría abordar un enfoque más integrado de estos sistemas. Esta comisión definió un enfoque de análisis exhaustivo de las funciones de la UCV, el cual se comenzó a realizar a fines de 1997. A comienzos de 1998, se encargó al Sr. Guillermo Bustos que elaborara un plan de trabajo que permitiera continuar con el trabajo definido por esta comisión, incorporando el trabajo parcial de alumnos ayudantes de último año de Ingeniería Industrial.

Con el cambio de rectoría a mediados de 1998 se produce la extensión del proyecto, incorporando más personas y con mayor dedicación, para cubrir más ampliamente la definición de necesidades de información de la UCV. Finalmente, en Septiembre de este año se extendió más aún el contenido del proyecto, en base a las observaciones que diferentes Vicerrectores hicieron a una presentación del avance del trabajo realizado hasta entonces.

Incorporando todas las observaciones recibidas de personas que trabajan en la UCV, se tiene finalmente un conjunto de documentos que define:

- Funciones elementales de la UCV, en términos de objetivos, entradas, salidas e indicadores de gestión propuestos.
- Ciclos de vida de entidades de la UCV, representadas en términos de estados y eventos.
- Procesos identificados en los ciclos de vida, en términos de objetivos, entradas, salidas e indicadores de gestión propuestos.
- Indicadores de gestión para funciones elementales y procesos, seleccionados de entre los propuestos, en términos de datos que lo componen y un formato sugerido de presentación.
- Modelo de datos, separados en aspectos académico y administrativo, en la forma de un modelo de entidades y relacionamientos que satisface las necesidades de registro de datos para la generación de los indicadores de gestión seleccionados.

Además de algunos modelos intermedios, usados principalmente para la verificación de consistencia de los otros modelos, tales como:

- Matriz de funciones, representando la conexión de salidas con entradas entre las funciones elementales de la UCV.
- Matriz de funciones v/s procesos, representando conexiones de entradas y salidas de las funciones elementales de la UCV con salidas y entradas de procesos identificados.
- Matriz de entidades v/s funciones/procesos, representado la visibilidad de las entidades del modelo de datos en las diferentes funciones elementales de la UCV y los procesos identificados.

El presente informe ha sido dividido en 7 volúmenes separados, cuyos contenidos se indican en la siguiente tabla.

Título del Documento	Contenido
Volumen 1 de 7: Visión General	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de trabajo general. • Plan de trabajo detallado. • Consideraciones generales. • Relaciones de consistencia. • Bases conceptuales en anexos. • Conclusiones y consideraciones finales.
Volumen 2 de 7: Modelos de Funciones Elementales de la UCV	<ul style="list-style-type: none"> • Plantillas de las funciones elementales de la UCV separados por vicerrectorías y otros. • Matriz de funciones elementales. • Jerarquía de unidades funcionales abstractas. • Funciones no incluidas.
Volumen 3 de 7: Modelos de Ciclos de Vida de Entidades de la UCV	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclos de vida agrupados: estudiante, alumnos de pregrado, postgrado y postítulo, profesor, presupuesto, cuentas presupuestarias y extrapresupuestarias, espacio físico, funcionario y versión de plan de estudio. • Jerarquías de herencias de las entidades con ciclo de vida modelamiento.
Volumen 4 de 7: Modelos de Procesos de la UCV	<ul style="list-style-type: none"> • Plantillas de procesos separados por ciclos de vida. • Matriz de funciones v/s procesos.
Volumen 5 de 7: Informes de Gestión Explicativos para las Funciones Elementales de la UCV	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de gestión de funciones elementales separados por vicerrectorías y otros.
Volumen 6 de 7: Informes de Gestión Explicativos para los Procesos de la UCV	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de gestión de procesos separados por ciclos de vida. • Formas de presentación gráfica de indicadores e informes de gestión.
Volumen 7 de 7: Modelos de Datos de la UCV	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de datos académico. • Modelo de datos administrativos. • Diccionario de datos de atributos. • Matriz de entidades v/s funciones y procesos.

Introducción

Este proyecto tiene como objetivo general la definición sistemática de los requerimientos de información para la gestión de los diferentes estamentos de la UCV. Entendiéndose por estamentos a las instancias que desempeñan la labor gestión, en sus diversos ámbitos, dentro de la UCV. Además, se busca satisfacer las necesidades de información académica, para alumnos, profesores y autoridades académicas.

Para enfrentar un problema de esta magnitud, fue necesario utilizar los enfoques sistémico y analítico. El primero permite contextualizar adecuadamente los componentes que requieren información, y el segundo permite descomponer la organización UCV justamente en estos componentes.

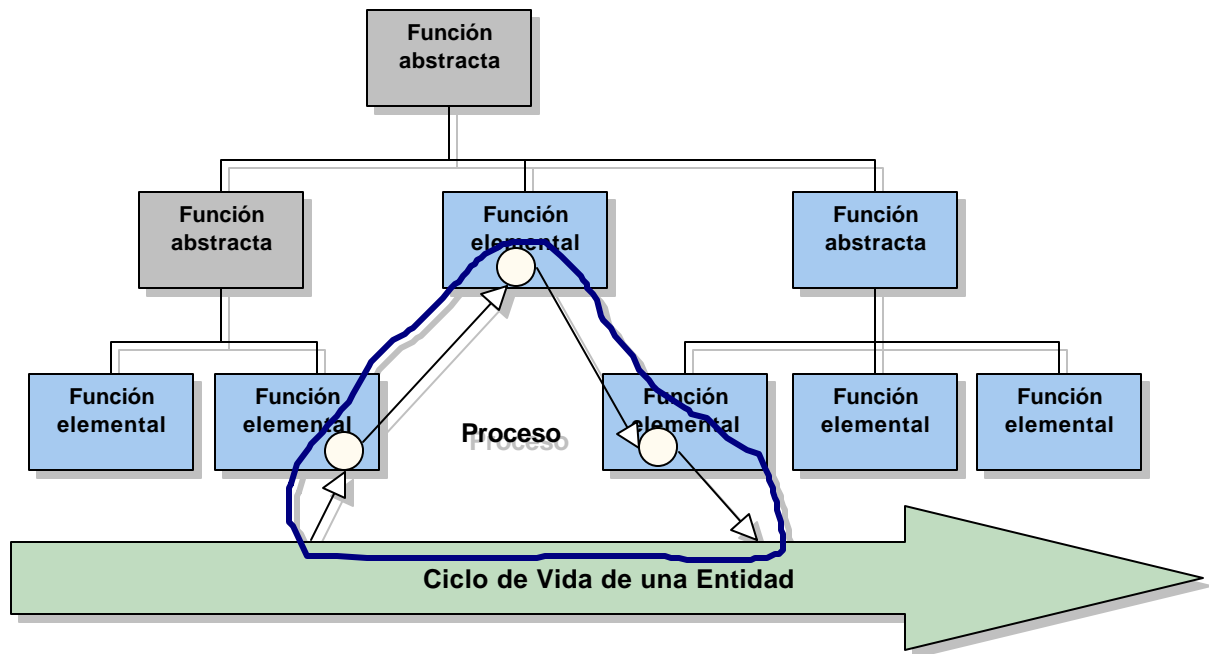
La complejidad inherente a la definición de los requerimientos de información, condujo a la distinción de 3 tipos de componentes esenciales en la UCV, que son la función elemental, el proceso y la entidad.

Una función elemental es aquella función netamente operativa, como complemento a las funciones abstractas, cuyo papel es más táctico o estratégico, que es realizada formalmente por personas. Consiste en la conversión o transformación de entradas en salidas de cualquier naturaleza. Estas funciones elementales deben poseer una instancia de dirección explícita, es decir, un rol separado y con autoridad, que vele por el desempeño de la función. Es esta labor de gestión la que debe ser sistemáticamente apoyada por información, a fin de permitir una toma de decisiones eficaz y eficiente. Dada esta definición, es que estas funciones elementales se identifican fácilmente en los últimos niveles de un organigrama funcional de la UCV.

Un proceso, aunque está relacionado, es diferente a una función elemental. Se define como proceso a un conjunto de tareas o actividades que no están circunscritas a una función elemental específica, sino más bien se distribuyen en varias funciones elementales. El proceso es en sí entonces, una agrupación de actividades con un objetivo común que son desempeñadas por varias funciones elementales. De esta manera, los procesos cruzan las funciones establecidas en la UCV.

Finalmente, una entidad es un rol, recurso o cosa que forma parte de la UCV, y que interactúa con las funciones y los procesos de forma tal que le significan cambios de estado. Representar esto implica entonces, en construir el denominado ciclo de vida de una entidad. Sin embargo, dado el objetivo de este proyecto, es relevante conocer detalladamente el ciclo de vida de sólo algunas de las entidades de la UCV.

La siguiente figura muestra las relaciones entre los 3 conceptos definidos anteriormente.



Los ciclos de vida se expresan en el tiempo e interactúan con tareas o actividades (círculos en las figuras) de las funciones elementales, que le provocan cambios. El conjunto de estas actividades (línea azul) es lo que se denomina un proceso. Así, los procesos se distribuyen entre varias funciones elementales.

La construcción de modelos que definen relaciones entre estos tres tipos de componentes se hizo en un plano puramente conceptual, es decir, sin tomar en consideración determinadas tecnologías de la información. Esto es así, porque la introducción de una visión informática agrega aún una mayor complejidad al problema: además de especificar el dominio del problema, los modelos deberían definir la implementación de la solución requerida.

La carencia de un sesgo tecnológico tiene otra ventaja. La definición entregada en este informe es independiente de cualquier tendencia en el área de informática, lo cual significa que le da una mayor vida, permitiendo acomodarla a cualquier decisión de implementación con las tecnologías actuales en el corto y mediano plazo.

Sin embargo, el modelamiento conceptual realizado implica necesariamente en una etapa posterior dónde debe diseñarse la arquitectura para todos los sistemas de información que debieran desarrollarse. Es en esta etapa dónde debe abordarse el problema de cuáles son las tecnologías de información adecuadas para la implementación.

El presente volumen del informe se organiza de la siguiente forma. Inicialmente se presenta una síntesis del plan de trabajo, en términos de las grandes etapas realizadas. A

continuación, las etapas que entregan resultados o requieren de la indicación de algunas consideraciones son presentadas. Seguidamente, se presenta un resumen tabular sobre las relaciones entre los componentes de los diferentes modelos. Finalmente, se entregan algunas conclusiones y consideraciones finales del proyecto. Adicionalmente, se entregan anexos con contenidos teóricos sobre los modelos utilizados.

1 Plan de Trabajo General

El plan de trabajo del proyecto consistió en las siguientes grandes etapas:

1. **Modelamiento Funcional:** Consistió en la conclusión del modelo de las funciones elementales de la UCV, a partir del enfoque de análisis desarrollado por la Comisión de Sistema de Información. Como resultado de esta etapa se generó un conjunto de definiciones de estas funciones, considerando sus objetivos, entradas, salidas e indicadores de gestión sugeridos. Además se construyó una matriz de funciones, representando la conexión de salidas con entradas entre las funciones elementales.
2. **Modelamiento de Procesos Basados en Entidades:** En esta etapa se construyó un modelo de los procesos identificados en los ciclos de vida de las entidades. Estos procesos se relacionan transversalmente con las funciones elementales. Se obtuvo en esta etapa un conjunto de ciclos de vida de entidades, representadas en términos de estados y eventos, y un conjunto de definiciones de procesos, en términos de objetivos, entradas, salidas e indicadores de gestión sugeridos.
3. **Integración Funcional y de Procesos:** Esta etapa buscaba lograr una integración de los modelos funcional y de procesos para asegurar su consistencia mutua. Como resultado se obtuvo una matriz de funciones v/s procesos, representando conexiones de entradas y salidas de las funciones elementales con salidas y entradas de procesos identificados.
4. **Definición de Informes de Gestión:** Consistió en la selección de indicadores de gestión, a partir de los mismos sugeridos para todas las funciones y procesos, apoyados por informes de gestión correspondientes. Esta etapa arrojó como resultado conjuntos de definición de indicadores de gestión para las funciones y para los procesos, en la forma de datos que lo componen y un formato tentativo de presentación.
5. **Evaluación del Modelo Propuesto:** Esta etapa visaba proporcionar antecedentes para validar los modelos funcionales, de entidades, de procesos y de gestión con los involucrados directamente con ellos. Como resultado de esta etapa se obtuvo un conjunto de observaciones, correcciones y modificaciones que fueron debidamente introducidas en los modelos obtenidos anteriormente.
6. **Modelamiento de Datos:** Consistió en la construcción del modelo de datos que serviría a las necesidades del modelo de gestión. Este modelo fue separado en sus aspectos académico y administrativo, y representado como entidades y relacionamientos que satisfacen las necesidades de registro de datos para la generación de los indicadores de gestión seleccionados. Este modelo fue complementado con un Diccionario de Datos donde se define cada una de las entidades, algunos relacionamientos y los atributos correspondientes.

7. **Integración de los Modelos:** Esta etapa buscaba lograr una integración de los modelos de datos y funcional/procesos para asegurar su consistencia mutua. Se obtuvo en esta etapa una matriz de entidades v/s funciones/procesos, representando la visibilidad de las entidades del modelo de datos en las diferentes funciones elementales y los procesos identificados.
8. **Elaboración de Documento del Sistema de Información UCV:** Esta etapa tenía como objetivo la generación de este documento final de definición conceptual del Sistema de Información de la UCV.

A continuación se describirá en detalle aquellas etapas en que se obtuvo algún resultado incluido en este informe final.

2 Etapa de Modelamiento Funcional

Conceptualmente, el modelamiento funcional se enfrentó con un modelo de control (ver anexo 1 *Modelo de Control y Estructura Organizacional*), específicamente, con el enfoque de proceso operacional.

Una función elemental de la UCV es toda función netamente operativa y que, por ende, se puede identificar generalmente en el último nivel jerárquico del organigrama funcional de la UCV. Debe tener un componente explícito de conducción o que ejerce el control de gestión de la función. Cada función elemental entonces, posee un objetivo, el cual es asumido por la función y su desempeño rutinario le permite consumir entradas (insumos) y transformarlas en salidas (productos o servicios) para el logro del objetivo. Quien ejerce explícitamente el control, se preocupa por alcanzar dicho objetivo y para esto requiere información de lo que sucede en la función, para tomar las medidas correctivas que estime necesarias y que queden dentro de su autonomía. La toma de decisiones involucrada necesita de información.

Es en esta perspectiva que se abordó el modelamiento de las funciones. Cada función que constaba con un "jefe" (conducción) separado de sus subordinados se interpretó como un proceso operacional y se le identificaron sus objetivos, funciones, entradas, salidas e indicadores respectivos.

Los indicadores se interpretaron como variables de control (ver anexo 1 *Modelo de Control y Estructura Organizacional*) y su identificación se hizo en base a los elementos definidos para cada función. Los indicadores se categorizaron de acuerdo a los siguientes tipos:

- *Actividad*: mide directamente las salidas y se planteó al menos uno por salida
- *Eficacia*: mide el grado de cumplimiento de los objetivos y se planteó al menos uno por objetivo
- *Eficiencia*: mide el grado de compromiso de recursos en el desempeño de la función, se expresaron generalmente como relaciones entre más de un indicador de otro tipo
- *Costo*: miden los desembolso controlables incurridos en la función
- *Otros*: indicadores no categorizados en los tipos anteriores

Adicionalmente, y como una forma de asegurar consistencia mutua entre las entradas y salidas de las funciones, se construyó un modelo tabular que muestra el origen de cada entrada (salida(s) de otra(s) función(es) o flujo(s) del medio externo a la UCV) y el destino de cada salida (entrada(s) para otra(s) función(es) o flujo(s) hacia el medio externo). Esto permitió corregir cualquier inconsistencia en el conjunto de definiciones de las funciones.

Esta etapa se dividió en las siguientes actividades con sus respectivos resultados:

- 1) **Modelamiento de funciones elementales:** El resultado de esta actividad se encuentra en el documento denominado *Modelos de Funciones Elementales de la UCV*.
- 2) **Proposición de indicadores de gestión:** Esta proposición se encuentra incluida en las definiciones de las funciones del documento *Modelos de Funciones Elementales de la UCV*.
- 3) **Construcción de matriz funcional:** La matriz obtenida está también incluida en el documento *Modelos de Funciones Elementales de la UCV*.

Finalmente, el modelamiento de estas funciones permitió definir algunas unidades abstractas que desempeñaban tareas comunes, demandaban flujos de entrada comunes o generaban flujos de salida comunes, tales como una Unidad Presupuestaria, que es responsable de un conjunto de cuentas presupuestarias, o una Unidad con Necesidades de Transporte, que requiere vehículos de la UCV, por ejemplo. Definiciones de estas unidades se encuentran en el documento *Modelos de Funciones Elementales de la UCV*.

3 Etapa de Modelamiento de Procesos Basados en Entidades

Se entiende por proceso a un conjunto de actividades que se llevan a cabo para lograr un objetivo esencial de la UCV. Estas actividades son realizadas por diferentes funciones, lo cual significa que, por definición, un proceso no reside íntegramente en una única función. Los procesos entonces atraviesan transversalmente las funciones, relacionándose con ellas por medio de entradas y salidas. Un ejemplo paradigmático es el proceso de matrícula, el cual no reside en ninguna función específica (no existe una *Dirección de Matrículas*) y en su desempeño confluyen actividades de las Unidades Académicas, el DAR, Tesorería y otros.

Para hacer frente el modelamiento de los procesos se utilizó un enfoque poco ortodoxo. Se identificó inicialmente a un conjunto de entidades que forman parte de la UCV, por ejemplo, el alumno de pregrado, el profesor o la cuenta presupuestaria. Estas entidades fueron modeladas desde el punto de vista dinámico, es decir en términos de estados y eventos, para constituir los denominados ciclos de vida de las entidades. Un ciclo de vida representa todos los estados por los que puede pasar la entidad durante su permanencia en la UCV e indica cuáles son los eventos que provocan los cambios entre estos estados.

Cada ciclo de vida de entidad es expresado como una red de Petri elemental del tipo condición/evento (ver anexo 2 *Modelamiento Dinámico con Redes de Petri*), con la siguiente organización general:

- Los estados por los que pasa la entidad son divididos en esenciales y auxiliares. Los estados esenciales son aquellos relevantes de mantener y conocer de la vida de la entidad, en cambio los estados auxiliares son estados intermedios útiles para alcanzar un nuevo estado esencial a partir de otro estado esencial. Ejemplo de estado esencial de un alumno es si él está egresado, y de un estado auxiliar del alumno, es cuando él está esperando a que concluya el trámite de titulación, que le permite alcanzar el estado de titulado a partir del de egresado. Los estados pueden ser mutuamente excluyentes (alumno de 1º año y alumno de curso superior) o concurrentes (alumno deudor y alumno ayudante).
- Las interacciones de la entidad cuyo ciclo de vida es modelamiento, pueden darse con otras entidades, o con funciones elementales de la UCV, por ejemplo, una resolución de 3ª oportunidad la otorga la Unidad Académica y por tanto, esta relación aparece como un evento, que ocurre en la función Unidad Académica, de otorgamiento de la 3ª oportunidad que genera un documento (representado por un estado) que es una entrada para la entidad alumno.

Una vez construidos los modelos de ciclos de vida, se hizo un análisis red por red para identificar conjuntos de eventos y estados que podían entenderse como procesos, es decir que, satisfaciendo la definición dada anteriormente, se constituyeran en instancias dignas de gestionarse. Estos procesos se identificaron bajo la definición de abstracción de

redes de Petri en la forma de redes canal/actividad (ver anexo 2 *Modelamiento Dinámico con Redes de Petri*). Los criterios de agrupamiento se basan en la idea de cohesión, es decir, el grado de fuerza en la relación entre los estados y eventos que forman el proceso. En el documento *Modelos de Ciclos de Vida de Entidades de la UCV* se puede encontrar más detalles sobre estos aspectos.

Con los procesos identificados para cada ciclo de vida, se procedió a definir de manera similar a como se hizo con las funciones, los objetivos, entradas, salidas e indicadores de gestión sugeridos para cada uno de los procesos. Estos indicadores se identificaron con los mismos criterios utilizados en la identificación de indicadores de las funciones elementales.

Esta etapa se dividió en las siguientes actividades con sus respectivos resultados:

- 1) **Identificación y definición de entidades:** Las entidades identificadas fueron las siguientes: estudiante, alumno de pregrado, alumno de postgrado, alumno de postítulo, profesor, cuenta presupuestaria, cuenta extrapresupuestaria, presupuesto, espacio físico, funcionario y versión de plan de estudio.
- 2) **Definición ciclos de vida de las entidades:** Los ciclos de vida de todas las entidades identificadas se encuentran en el documento *Modelos de Ciclos de Vida de Entidades de la UCV*.
- 3) **Definición de procesos:** Los procesos identificados en los ciclos de vida son definidos en el documento *Modelos de Procesos de la UCV*.
- 4) **Proposición de indicadores de gestión:** Esta proposición se encuentra incluida en las definiciones de los procesos del documento *Modelos de Procesos de la UCV*.

4 Etapa de Integración Funcional y de Procesos

Como la mayor interacción se da entre procesos y funciones, es que se construyó un modelo tabular de manera análoga al construido en el modelamiento funcional, para asegurar la consistencia entre las entradas y salidas de los procesos con las salidas y entradas, respectivamente, de las funciones. Esto permitió corregir omisiones en el conjunto de definiciones de procesos y funciones.

La matriz de funciones v/s procesos se encuentra en el documento *Modelos de Procesos de la UCV*.

5 Etapa de Definición de Informes de Gestión

Previa a la definición de los informes de gestión en sí, se seleccionó de entre los indicadores propuestos para cada función y proceso, aquellos indicadores más relevantes y que además podían ser fácilmente medidos en la práctica. Con este criterio se obtuvo entonces, para cada función y proceso, un subconjunto de indicadores para los cuales se debía definir un informe de gestión explicativo.

Se entiende por informe de gestión a la información más detallada asociada a un indicador de gestión, así por ejemplo, si el indicador expresa el número de titulados de la UCV durante el año 1998, el informe de gestión sirve para explicar el valor generado por medio de un desglose de los titulados por semestre y por carrera. Es decir, un informe de gestión se constituye, en general, en un nivel de abstracción intermedio entre un indicador de gestión y los datos registrados propiamente tales, así por ejemplo, los datos que permitirían generar el indicador de gestión de titulados, serían todos los alumnos que obtuvieron su título durante 1998. Si eventualmente se requiriera este nivel de detalle, los indicadores y sus informes de gestión explicativos son insuficientes y sólo una consulta directa a la base de datos lo proporcionaría.

Esta etapa se dividió en las siguientes actividades con sus respectivos resultados:

- 1) **Selección de indicadores por función y proceso:** Los indicadores de gestión seleccionados para cada función se encuentran en las plantillas de definición de las funciones en el documento *Modelos de Funciones Elementales de la UCV*. Para el caso de los procesos, los indicadores también aparecen en las respectivas plantillas de definición de los procesos en el documento *Modelos de Procesos de la UCV*.
- 2) **Proposición de informes de gestión explicativos:** Los informes de gestión explicativos para los indicadores seleccionados de las funciones se encuentran en el documento *Informes de Gestión Explicativos para las Funciones Elementales de la UCV*. Los indicadores para los procesos se definen en el documento *Informes de Gestión Explicativos para los Procesos de la UCV*.

Adicionalmente, en el mismo documento *Informes de Gestión Explicativos para los Procesos de la UCV* se anexa un formato sugerido para representar gráficamente los datos de los indicadores e informes de gestión.

6 Etapa de Modelamiento de Datos

Para enfrentar el modelamiento de datos se utilizó el modelo entidad-relacionamiento por su relativa simplicidad y carácter intuitivo (ver anexo 3 *Modelo de Entidades y Relacionamientos*). Este modelo es, por definición, un modelo conceptual, es decir, describe en forma abstracta el dominio del problema sin consideraciones de tecnologías de la información. De esta forma, se evitó deliberadamente caer en la definición de archivos o tablas de un modelo relacional, porque implicaría una preocupación adicional de la configuración de una solución implementable en una base de datos relacional. Sin embargo, es justamente el modelo entidad-relacionamiento el más adecuado para representar conceptualmente esta base de datos relacional, dado que la transformación del modelo entidad-relacionamiento para el relacional está bien definida en la literatura técnica.

Las siguientes son características de la construcción del modelo de datos:

- Considera la definición de tablas de datos académicos existentes en la UCV.
- Incorpora las jerarquías de herencia de las entidades derivadas de los ciclos de vida.
- Permite generar íntegramente la información necesaria para cálculo de los indicadores de gestión seleccionados para funciones elementales y procesos.
- Permite generar todos los informes de gestión explicativos definidos para los indicadores.

Por razones de simplicidad, se dividió arbitrariamente el modelo de datos obtenido en sus aspectos académico y administrativo. Esto no significa que deban implementarse separadamente, ya que varias entidades son comunes a ambos modelos. Estos modelos se presentan en el documento *Modelos de Datos de la UCV*.

Adicionalmente, las entidades y algunos relacionamientos se encuentran documentados con una definición y una descripción de sus atributos en un diccionario de datos en el mismo documento *Modelos de Datos de la UCV*.

7 Etapa de Integración de los Modelos

Finalmente, para asegurar consistencia y mostrar la visibilidad de la entidades del modelo de datos para las funciones elementales y los procesos se construyó una matriz de entidades v/s funciones y procesos que se entrega en el documento *Modelos de Datos de la UCV*.

8 Relaciones de Consistencia Entre los Modelos

La tabla a continuación muestra las relaciones de consistencia que se dan de manera general entre los distintos modelos.

	Funciones elementales (FE)	Procesos (P)	Ciclos de Vida de Entidades (CV)	Entidades y Relacionamientos (ER)
Funciones elementales (FE)	FE se relacionan con otras FE por medio de entradas y salidas. Verificado con la matriz de funciones elementales.	FE proveen entradas y reciben las salidas de los P. Verificado con la matriz de funciones v/s procesos.	FE proveen eventos y estados en los límites de los CV. Verificado parcialmente con la matriz de funciones v/s procesos.	FE tienen acceso a determinadas ER para generar sus indicadores e informes de gestión. Verificado con la matriz de entidades v/s funciones y procesos.
Procesos (P)	P proveen entradas y reciben salidas de las FE. Verificado con la matriz de funciones v/s procesos.	P se relacionan con otros procesos por medio de eventos y estados. Verificado dentro de un mismo ciclo de vida o entre ciclos de vida.	P agrupan eventos y estados de los CV. Verificado con la identificación de los procesos en cada CV.	P tienen acceso a determinadas ER para generar sus indicadores e informes de gestión. Verificado con la matriz de entidades v/s funciones y procesos.
Ciclos de Vida de Entidades (CV)	CV interactúan con las FE por medio de eventos y estados entendidos como entradas y/o salidas. Verificado parcialmente con la matriz de funciones v/s procesos.	CV incluyen a los P como agrupaciones coherentes de eventos y estados. Verificado con la identificación de los procesos en cada CV.	CV se relacionan con otros CV a través de eventos y estados conectados en los límites. Verificado con la construcción de los CV.	CV permiten derivar jerarquías de herencia de las ER. Verificado con los estados excluyentes y concurrentes de los CV.
Entidades y Relacionamientos (ER)	ER sirven al registro de los datos necesarios para generar los indicadores e informes de gestión de las FE. Verificado con la matriz de entidades v/s funciones y procesos.	ER sirven al registro de los datos necesarios para generar los indicadores e informes de gestión de los P. Verificado con la matriz de entidades v/s funciones y procesos.	ER son derivadas en términos de jerarquías de herencia a partir de los estados esenciales de los CV. Verificado con las jerarquías exclusivas o sobrepuestas de las ER.	ER se relacionan con otras ER dentro de un mismo modelo de datos. Verificados con la construcción del modelo ER.

9 Conclusiones y Consideraciones Finales

La UCV se encuentra claramente inserta en un entorno globalizado, donde las barreras internacionales tienden a desaparecer, y además altamente competitivo en oferta de educación superior. Uno de los fundamentos para asegurar la supervivencia de cualquier organización en este medio ambiente, es contar con una gestión eficaz y eficiente de su quehacer, que complemente el pensamiento estratégico. Es sabido que tanto la tarea de gestión como la planificación estratégica se nutren de la información como insumo básico, y más aún, dependen fuertemente de los atributos de la información tales como la calidad y oportunidad de la misma.

Es en el reconocimiento de esta realidad, y que la UCV no puede perder su posición privilegiada en el concierto universitario nacional e internacional, que se gestó el proyecto denominado "Sistema de Información de la UCV" en mediados de 1997 y que concluye con la entrega del presente informe. Este proyecto se propuso como un primer gran paso en el sentido de unificar la concepción de cuáles eran las necesidades de información para todos los miembros de la comunidad universitaria. Es un primer paso porque, como se verá más adelante, falta aún decidir qué alternativas tecnológicas serán adoptadas y de qué forma se hará el desarrollo de los sistemas de información necesarios de acuerdo a lo especificado en este informe.

Este informe final es la materialización del cumplimiento del objetivo trazado. Se ha logrado una especificación sistemática de las necesidades de información de la mayoría de las funciones de la UCV (exceptuando funciones abstractas como fue indicado anteriormente) y de los principales procesos existentes. Además se definió una base de datos que pueda atender a la generación de la información y pueda soportar consultas específicas. Todo esto bajo un enfoque único e integrado.

Es importante destacar que el problema de unificar la generación de información y la consecuente integración de los sistemas de información necesarios no es exclusivo de la UCV. Más aún es un problema común en organizaciones productivas, y también en el sector de la educación superior nacional e internacional. Son conocidos casos similares en universidades tradicionales y privadas chilenas, como también en México, Brasil y España, por mencionar algunas realidades más afines.

La UCV ya había abordado este problema hace más de una década atrás, a través de la Oficina de Estudios y Planificación y de un Comité de Informática. Sin embargo, las pautas para planificar sistemas de información de gestión de la UCV, que incluso generó algunas memorias de títulos, no fueron efectivamente puestas en práctica en estos años.

9.1 Características de la Definición de Requerimientos

La documentación incluida en este informe corresponde a modelos emparentados con los usados en nuevas disciplinas como la ingeniería de negocios o la reingeniería de procesos, es decir, son modelos cuyo propósito es describir una realidad existente, en la mayoría de los casos, o una realidad propuesta cuando fue necesario.

Es interesante indicar además que aunque las herramientas de modelamiento utilizadas son relativamente conocidas, el enfoque metodológico adoptado es original hasta donde se conoce. El análisis funcional y el modelamiento de datos adoptados son más convencionales, pero el modelamiento de ciclos de vida de entidades, la identificación de procesos asociada y su relación con las funciones y en particular con las jerarquías de herencia del modelo entidad-relacionamiento tienen un valor académico interesante.

Como criterio general durante el desarrollo de los modelos, se privilegió la flexibilidad, es decir, que los modelos pudiesen acomodar razonablemente bien extensiones y cambios menores. Esto teniendo en mente la cartera de proyectos a desarrollarse con la nueva rectoría. Es así también, que los indicadores de gestión propuestos y especialmente los indicadores seleccionados y sus informes de gestión explicativos no son definitivos y pueden modificarse o aún seleccionarse otros. Nada impide la incorporación de nuevos indicadores que se necesiten de acuerdo a contingencias. La base de datos, al ser concebida bajo este criterio de flexibilidad, debiera soportar la generación de otros indicadores sin sufrir alteraciones de tipo estructural.

Considerando que se está modelando en una perspectiva conceptual, no se indica la forma de implementar la generación de los indicadores e informes de gestión, dejando esta decisión para las etapas posteriores de diseño y construcción. Además, muchos de los indicadores más simples no fueron seleccionados, porque corresponden a consultas a la base de datos y pueden ser fácilmente implementados más adelante.

Como se indicó, los indicadores e informes de gestión se definieron sólo para las funciones elementales y no se abordó el problema de la definición de indicadores e informes de gestión más agregados para servir a las funciones abstractas. Esta omisión es voluntaria y responde a la necesidad más urgente de proveer a las funciones elementales de información, a partir de las cuales se puede alimentar a las funciones abstractas. De hecho, una buena parte de los indicadores e informes de gestión de las funciones elementales deben servir a los niveles superiores. De cualquier manera, el modelo de la base de datos debiera soportar la generación de indicadores más agregados.

9.2 Desarrollo del Proyecto

Varios fueron los hechos ocurridos y decisiones tomadas durante el desarrollo del proyecto. Entre lo más relevante se puede destacar:

- La evaluación de diferentes modelos dinámicos para representar los ciclos de vida. Como se trataba, en última instancia, de reconocer procesos, la primera idea fue utilizar los Diagramas de Flujo de Datos (DFD) del Análisis Estructurado¹, alternativa que prontamente fue desechada por carecer de representación de concurrencia. Modelos dinámicos descartados en orden creciente de utilidad fueron: 1) *Statecharts* de Harel², 2) Diagramas de Eventos de Martin & Odell³, y 3) Diagramas de Actividades de UML⁴ (*Unified Modeling Language*). De este último modelo se tomó la idea de los *swimlanes* para las redes de Petri —modelo finalmente adoptado—, para representar la interacción de los eventos y estados del ciclo de vida con otras entidades o funciones elementales.
- Los numerosos cambios en la estructura organizacional de la UCV, resultantes del inicio del ejercicio de una nueva rectoría, no fueron difíciles de acoger e incorporar en los modelos. Las funciones elementales se continúan desempeñando y en muchos casos sólo cambiaron de nombre o se asignaron a otra función abstracta. Nuevas funciones surgieron, las que también fueron consideradas.
- El proceso de validación de las propuestas de indicadores e informes de gestión ha sido lento e incompleto. Algunas funciones no terminaron de ser validadas completamente e incluso algunas de ellas no estaban definidas en el momento de la emisión de este informe. Todas las observaciones fueron debidamente recibidas, ponderadas e incluidas en los modelos existentes.

Teniendo como punto de partida el resultado del proyecto en este informe, los siguientes grandes pasos se hacen necesarios:

- 1) **Definir la arquitectura del sistema:** Esta definición se basa en los modelos del presente informe. El propósito de la misma es decidir cuáles son las tecnologías de información más adecuadas para implementar los sistemas en la práctica. La misma arquitectura permitirá distinguir subsistemas que puedan ser desarrollados o eventualmente adquiridos.
- 2) **Evaluar alternativas para los subsistemas:** Cada subsistema debe ser evaluado para verificar la disponibilidad en el mercado o si debe hacerse un desarrollo externo o dentro de la UCV.
- 3) **Desarrollo e implementación de los subsistemas:** En la eventualidad de decidir por desarrollo externo o interno, la UCV debe controlar a un contratista o montar un equipo de desarrollo respectivamente. Después deberá implementar los subsistemas adquiridos

¹ Yourdon, Edward. **Análisis Estructurado Moderno**. México: Prentice Hall, 1994.

² Harel, David. *Statecharts: A Visual Formalism for Complex Systems*. **Science of Computer Programming**, 8, 1987, pp. 231-274.

³ Martin, James & James Odell. **Principles of Object-Oriented Analysis and Design**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993.

⁴ Fowler, Martin & Kendall Scott. **UML Distilled: Applying The Standard Object Modeling Language**. Reading: Addison-Wesley, 1997.

y/o desarrollados para el funcionamiento rutinario. Es claro que cada subsistema puede ser un proyecto separado y llevado a cabo paralelamente con los restantes.

9.3 Impactos de la Implementación

Los impactos de la implementación de un conjunto de sistemas de información en la UCV pueden ser divididos en dos aspectos: aquellos de naturaleza organizacional y aquellos tecnológicos.

9.3.1 Impacto Organizacional

Una de las consideraciones más importantes en lo que a impacto organizacional se refiere es que la implementación de sistemas informáticos significará la modificación de varios de los procedimientos llevados cabo hoy en día en la UCV. Estas alteraciones pueden ser:

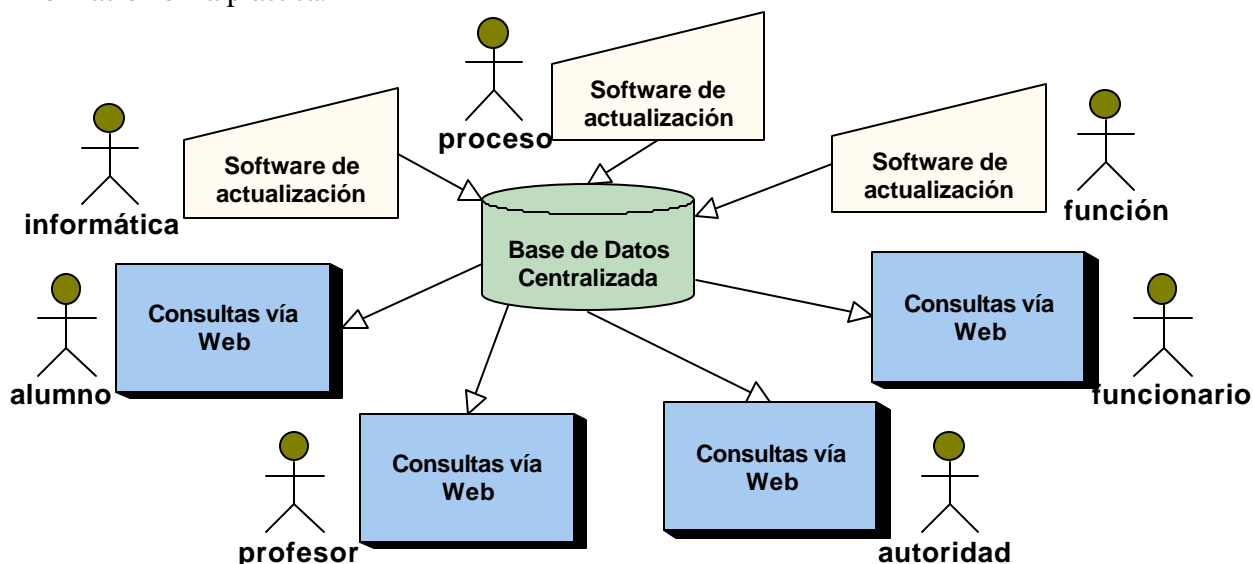
- la formalización de algunos procedimientos
- la inclusión de algunos nuevos
- la fusión de varios procedimientos en uno nuevo
- la separación de partes de procedimientos establecidos
- la eliminación de procedimientos obsoletos
- la alteración importante en otros

Todo esto tendrá significativos impactos en la cultura organizacional de la UCV. Los procedimientos no serán como antes, el computador será una herramienta indispensable y la información se masificará, con el consiguiente beneficio para todos. La responsabilidad por mantener los datos actualizados y los accesos diferenciados a la información serán claves en esta nueva universidad.

La UCV tendrá que rever sus reglamentos para hacer frente a los vacíos que este informe ha indicado. Por ejemplo, se ha tenido que formalizar en los modelos una distinción entre un plan de estudios —conducente a un grado y/o título— y una versión del mismo —modificaciones en los requisitos establecidos en el plan de estudios—. Otro ejemplo lo constituye el manejo de los alumnos de cursos de postítulo.

9.3.2 Impacto Tecnológico

La siguiente figura ilustra una arquitectura genérica para visualizar los sistemas de información en la práctica.



Los elementos principales son:

- Usuarios: los usuarios del sistema serán el personal que se desempeña en las funciones elementales y que realiza tareas en los procesos de la UCV, los alumnos, los profesores y las autoridades académicas y administrativas.
- Base de datos centralizada: todos los datos académicos y administrativos de uso común en la UCV serán registrados en esta base de datos, para permitir el acceso de los diferentes usuarios.
- Software de actualización: por medio de este componente, las unidades responsables (informática para el caso de ingreso de datos centralizado, funciones elementales y procesos) harán el ingreso y la actualización de la base de datos.
- Consultas vía Web: por este medio se pretende masificar el acceso a los datos, haciendo uso de *browsers* comunes (*Netscape*, *Internet Explorer*) para navegar por Internet. El acceso será diferenciado dependiendo de la identificación del usuario.

La arquitectura anterior debe ser refinada para alcanzar el grado de detalle requerido para continuar con los desarrollos posteriores.

Un aspecto importante a considerar es lo relativo a la adquisición v/s desarrollo de los sistemas. La tendencia actual va en la compra de soluciones probadas que puedan ser personalizados al modo de operar específico de cada organización. En general, en lo que a soluciones de software se refiere, las alternativas, en orden de costo creciente, son:

- 1) **Reutilizar sistemas existentes:** Si la UCV cuenta con sistemas que operan satisfactoriamente, evaluar si pueden seguir operando en el nuevo escenario, si es así, ésta es la solución más barata.
- 2) **Adquirir sistemas en el mercado:** Si existen soluciones disponibles para comprar, éstas deben ser evaluadas y contrastadas con los requerimientos definidos. Si la solución entrega una buena aproximación y la adaptación no es muy costosa⁵, ésta puede ser adquirida.
- 3) **Desarrollo de sistemas:** La alternativa más cara es casi siempre el desarrollo, ya sea externalizado o con un equipo propio. Se debe recurrir a esta alternativa sólo cuando se han verificado las anteriores.

Lo más probable que en contexto de este proyecto, estas modalidades se combinen en los diversos subsistemas. Es decir, que algunos puedan adquirirse y otros desarrollarse, y todos puedan integrarse debidamente en la base de datos centralizada.

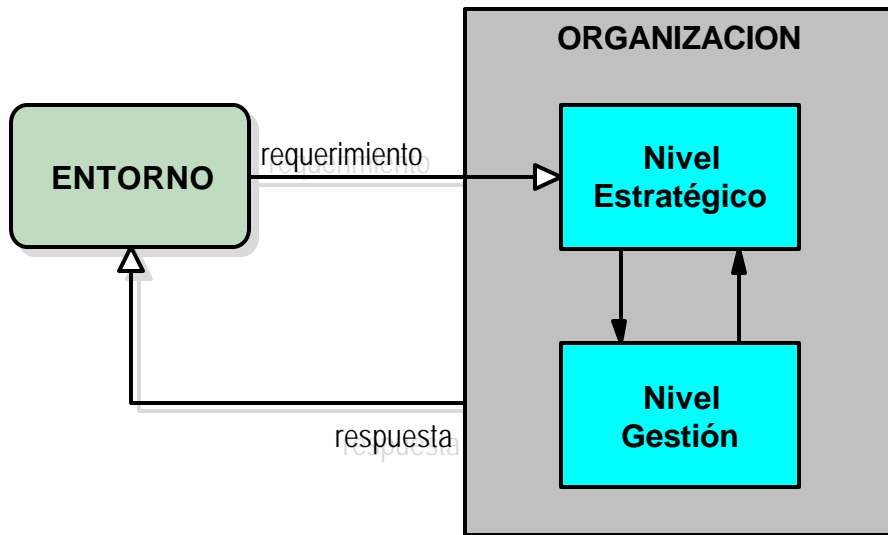
Finalmente, independientemente de cuáles sean las formas de obtener las soluciones tecnológicas —reutilización, adquisición o desarrollo—, la definición de los requerimientos de información es siempre necesaria. Al tener explícita e inequívocamente un "mapa" de las necesidades de información, cualquier solución por reutilización o adquisición debe ser inserta en el contexto de este mapa y contrastada con la porción que resuelve, para determinar las modificaciones que se hagan pertinentes. Más evidente es su utilidad, si se opta por el desarrollo, ya sea externo o interno, ya que este mapa sirve de guía para todo el desarrollo.

⁵ La adaptación debe ser mutua: el sistema a la UCV, y la UCV al sistema.

Anexos

Anexo 1 Modelo de Control y Estructura Organizacional

Primera desagregación de la Organización



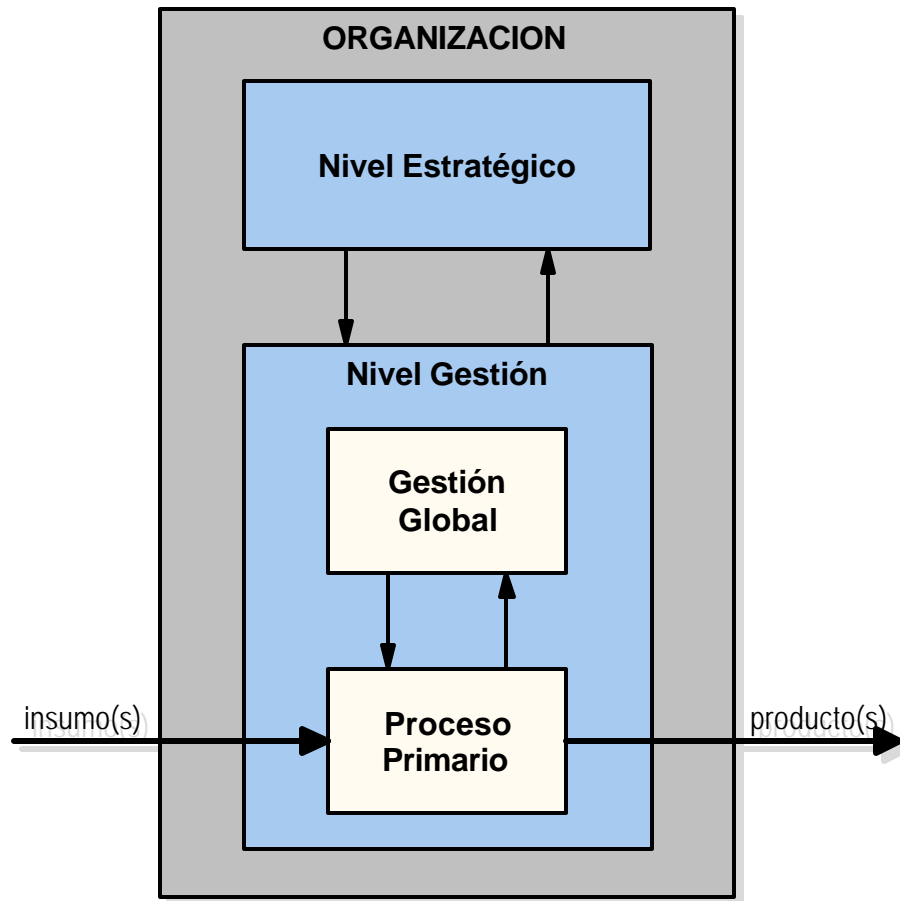
■ Nivel Estratégico:

- se centra en el futuro y exterior
- define lineamientos estratégicos
- se basa en las potencialidades internas y en las características del entorno

■ Nivel Gestión:

- se centra en el presente e interior
- conjunto de actividades que materializa la estrategia definida

Desagregación del Nivel Gestión



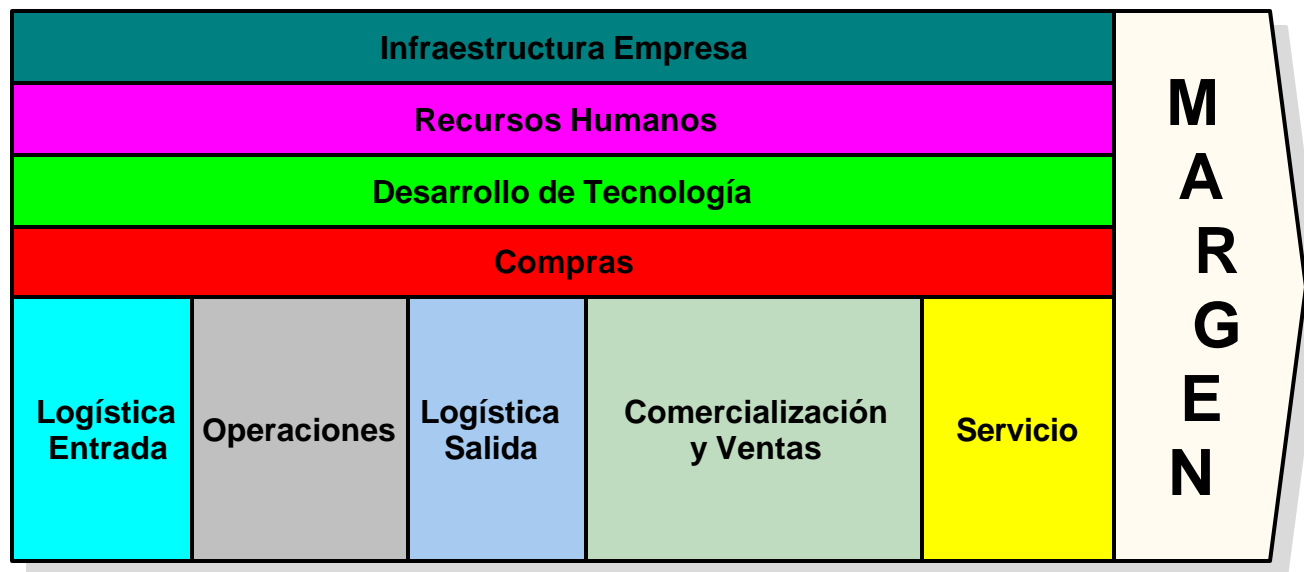
■ Sub-nivel Gestión Global:

- tareas de regulación y control
- activa y ajusta el proceso primario
- informa al Nivel Estratégico

■ Sub-nivel Proceso Primario:

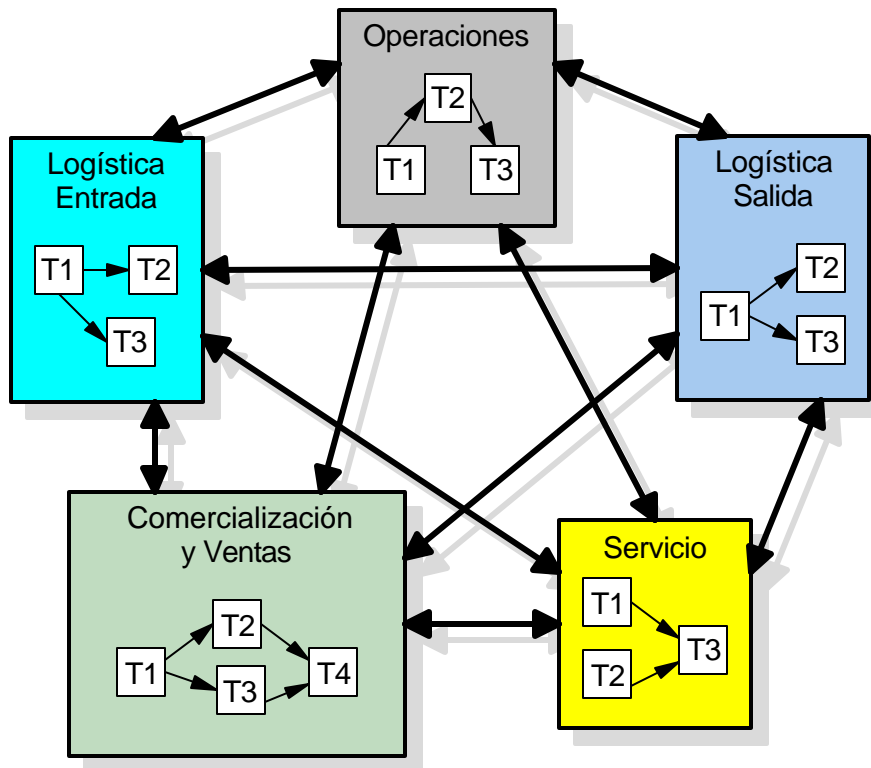
- red de unidades funcionales o procesos operacionales
- busca lograr objetivos específicos y de supervivencia

Proceso Primario como cadena de valor



- **Actividades primarias:** movimiento físico de insumos y productos, comercialización y servicios asociados.
- **Actividades de apoyo o soporte:** manejo de recursos tecnológicos, humanos y financieros, desarrollo y adquisiciones para las actividades primarias y de soporte.

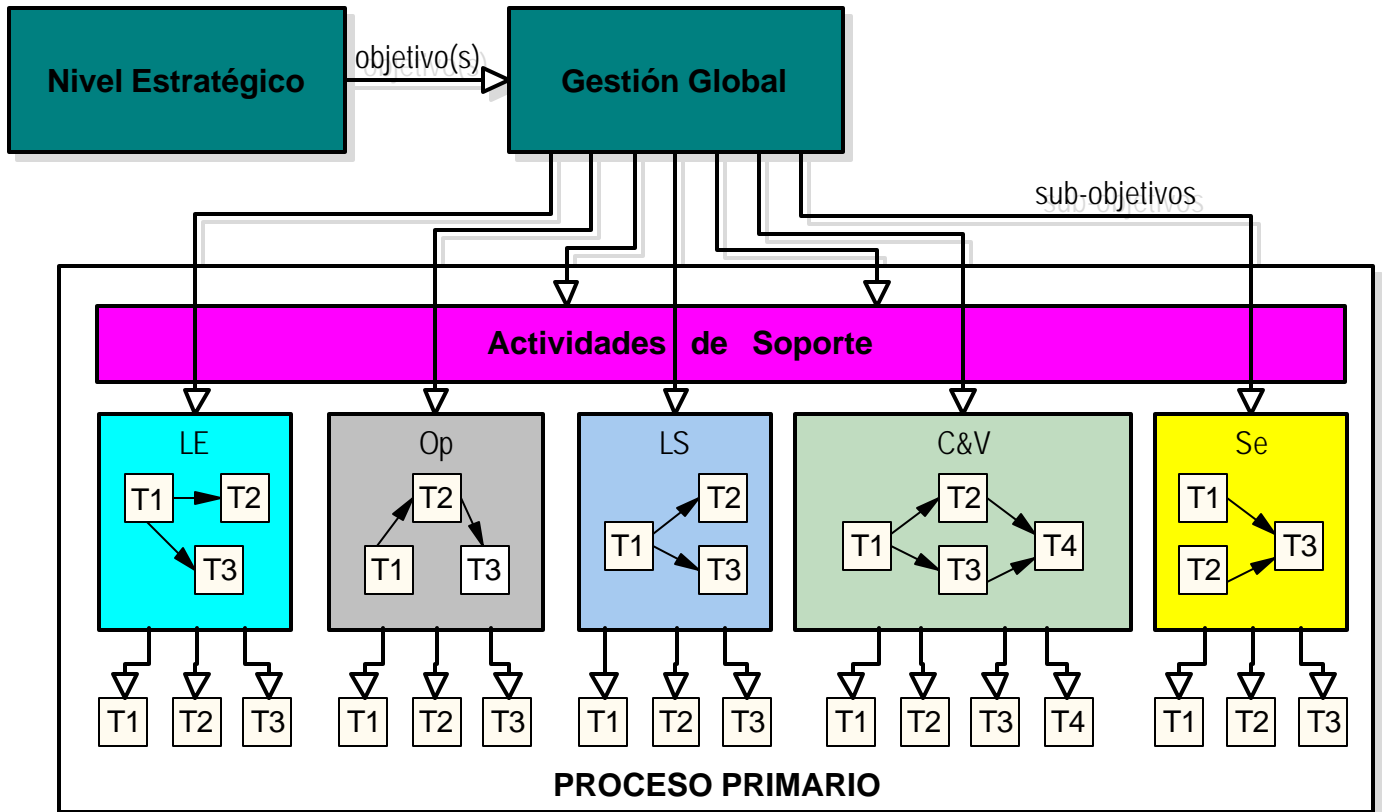
Red jerárquica de Procesos Operacionales



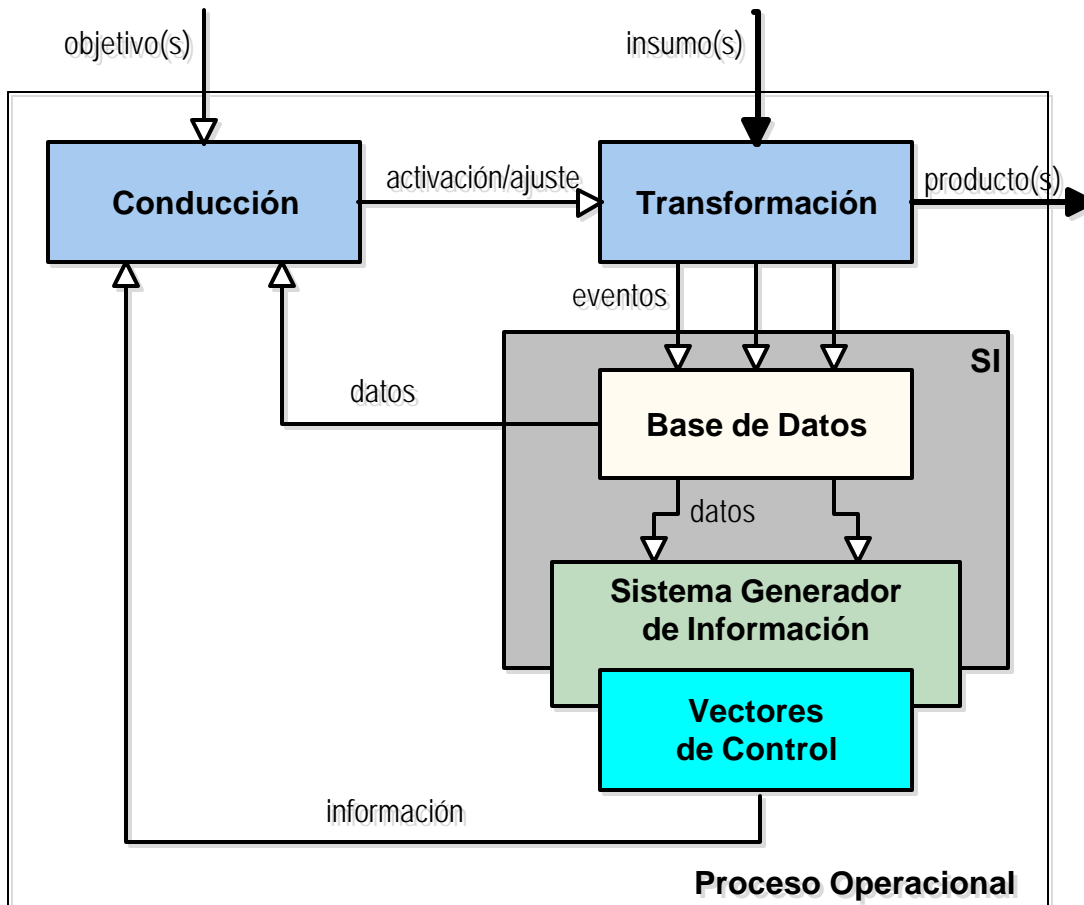
■ Sub-nivel Proceso Primario:

- es una red jerárquica de Transformaciones organizadas situacionalmente
- cada Transformación constituyente debe lograr un objetivo específico
- el logro sinérgico de objetivos permite el logro del objetivo del Proceso Primario
- descomposición recursiva de objetivos

Red estructural jerárquica de una Organización



Elementos de un Proceso Operacional



- **Conducción**: tarea de gestión
- **Transformación**: tarea de conversión
- **Sistema de Información**: atenuador de variedad.
 - Base de Datos
 - Sistema Generador de Información
 - Vectores de Control

Relaciones en un Proceso Operacional

- **Eventos**: hechos relevantes
- **Datos**: evento registrado
- **Información**: apoya la toma de decisiones, valorizando los vectores de control

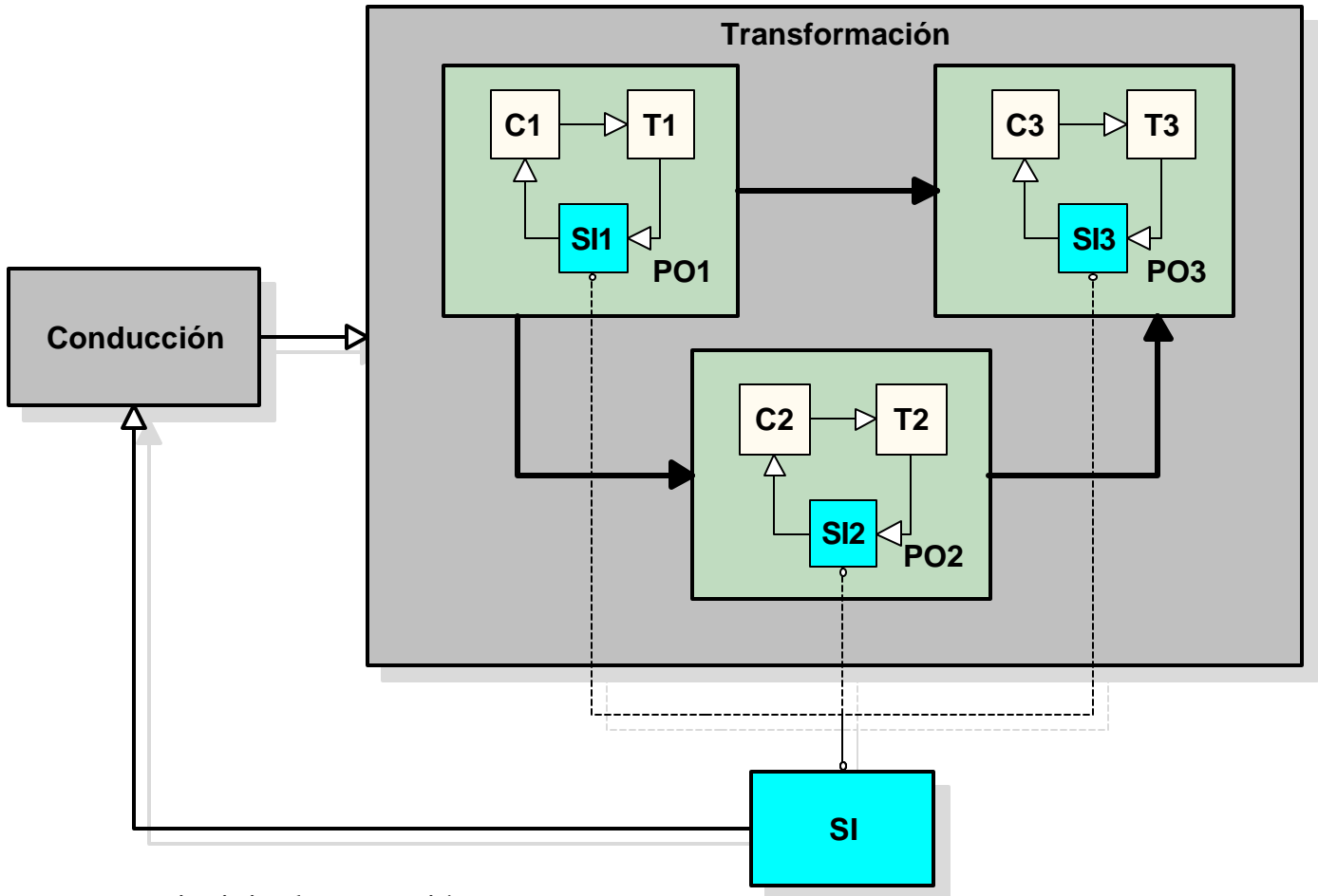
- **Activación**: asigna sub-objetivos
- **Ajuste**: medidas correctivas

Vectores de control

- Variables de control operacional:
 - **actividad**: mide directamente salidas
 - **costo**: mide desembolsos controlables
 - **eficacia**: mide grado de logro del objetivo
 - **otras**: eficiencia, ratios o indicadores
- Variables esenciales: sobrevivencia. Ej.
 - endeudamiento
 - relaciones laborales
 - específicas del proceso: presión, tº, etc.
- Para cada variable de control definir:
 - **naturaleza**: semántica y unidad de medida
 - **regularidad**: período de tiempo que cubre
 - **valor actual y/o estándar**
 - **límites de variación**: valores máximo y mínimo permitidos
- Conjunto de vectores de control configura el “cuadro de mando” (se sugiere 7 ± 2 variables).

Relaciones sinérgicas de los SI

■ Relaciones entre SI de distintos niveles:



- principio de excepción
- interacción de procesos: topología (variable) de la red, cuellos de botella
- relación entre variables de control:
 - actividad: medida en los procesos de salida
 - costo: simple suma de los procesos constituyentes
 - eficacia y eficiencia: promedios ponderados, mínimos, productos, etc.

Para más información consultar:

- Acevedo, Hector. **El Análisis Estructurado de Sistemas y el Desarrollo de Proyectos Informáticos**. Valparaíso: Ecogestión, 1992. Cap. 1.


Anexo 2 Modelado Dinámico con Redes de Petri

Modelo Básico


- Máquina de Estados Finitos (MEF):
 - máquina hipotética que posee un conjunto finito de estados
 - en cada instante de tiempo la MEF se encuentra en un único estado
 - responde a un **input**, generando un **output** y cambiando internamente de estado
- *Output* (O) y el próximo estado (P) son funciones del estado actual (A) y el *input* (I):
 - $O = G(A, I)$
 - $P = F(A, I)$
- Elementos de una MEF:
 - **Estado**: circunstancia en la que puede encontrarse el sistema.
 - **Transición**: cambio de estado producida en función de un evento.
 - **Evento (*input*)**: hecho relevante generado externa o internamente.
 - **Acción (*output*)**: operación instantánea realizada por el sistema.

Redes de Petri

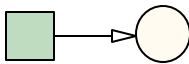
- Desarrolladas por Carl A. Petri en 1961 para modelar **sistemas concurrentes**.
 - No poseen una representación explícita para las acciones.
 - Es una red que consiste en:
 - lugares (estados)



 - conexiones (eventos)

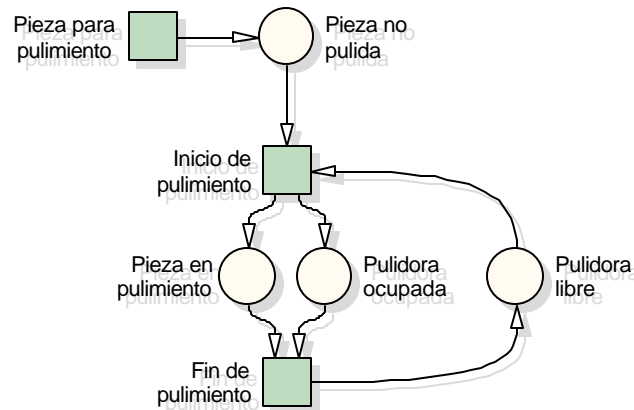


 - arcos que conectan los lugares y las conexiones (transiciones)



 - anotaciones opcionales
- Posee reglas de funcionamiento específicas.

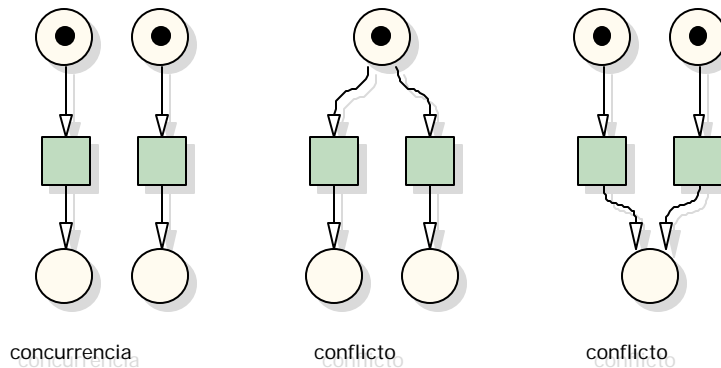
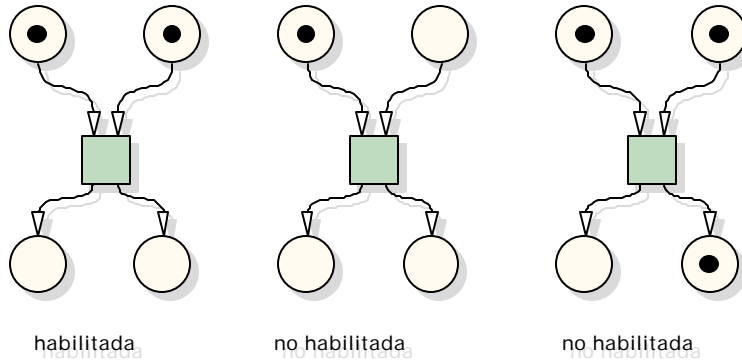
Ejemplo de una red de Petri



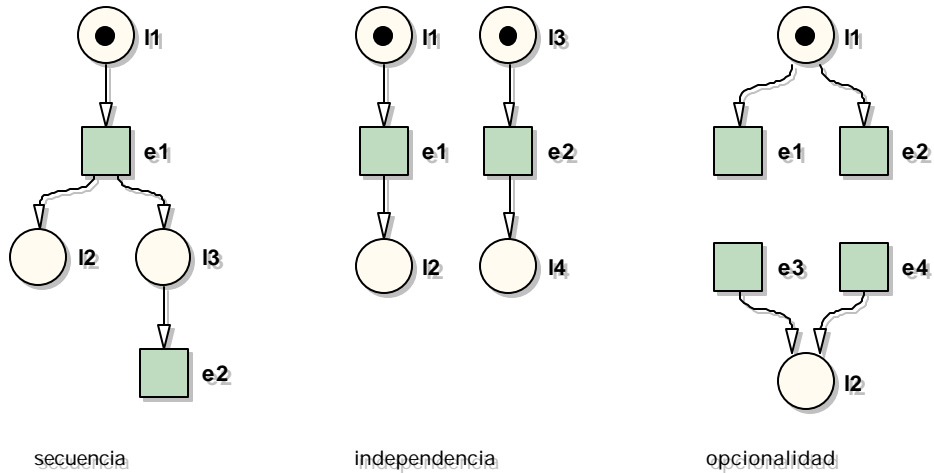
Reglas de funcionamiento

- Marca = ficha (●) presente en un lugar
- Marcación de la red = conjunto de todos los lugares marcados de una red
- Alteración: consume y produce marcas dada una marcación
- Alteración habilitada: para una marcación
 - todas las marcas de entrada presentes
 - todas las marcas de salida ausentes

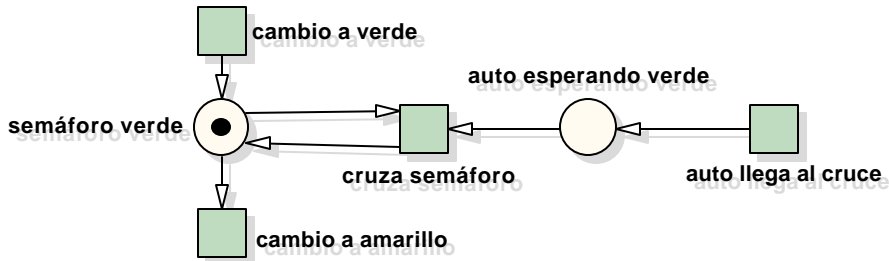
Marcación en las redes de Petri



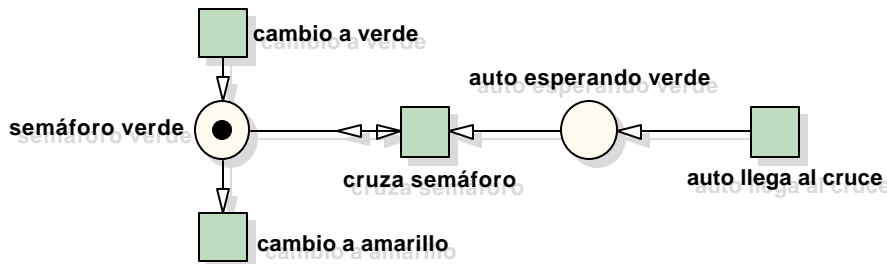
Relaciones causales entre eventos



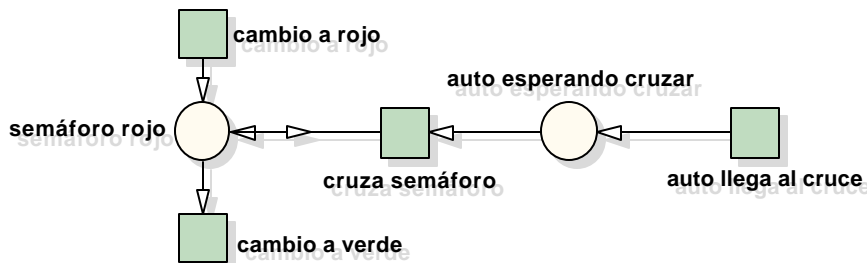
Ramas restauradoras



- Problemas con la habilitación de **cruza semáforo**
- Se desea representar que el cruce del auto depende del estado del semáforo, pero que su ocurrencia no modifica el estado del semáforo
- Solución: **ramas restauradoras**
- Rama restauradora de entrada en una alteración:
 - habilita la alteración con la presencia de la marca de entrada
 - retira y coloca instantáneamente esta marca

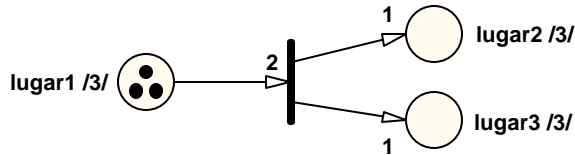


- Rama restauradora de salida en una alteración:
 - habilita la alteración con la ausencia de la marca de salida
 - coloca y retira instantáneamente esta marca



Clases de redes de Petri

- Sistemas condición/evento: redes ya vistas
- Redes lugar/transición: más usada para modelar cuantitativamente.
Ejemplo:



- Redes canal/actividad: informales (sin reglas de funcionamiento), útiles para jerarquizar

Jerarquización de Redes de Petri

- Redes canal/actividad para construir todos los niveles abstractos de:
 - redes elementales
 - redes compactas
- Componentes de la red canal/actividad:
 - actividad:



- canal:

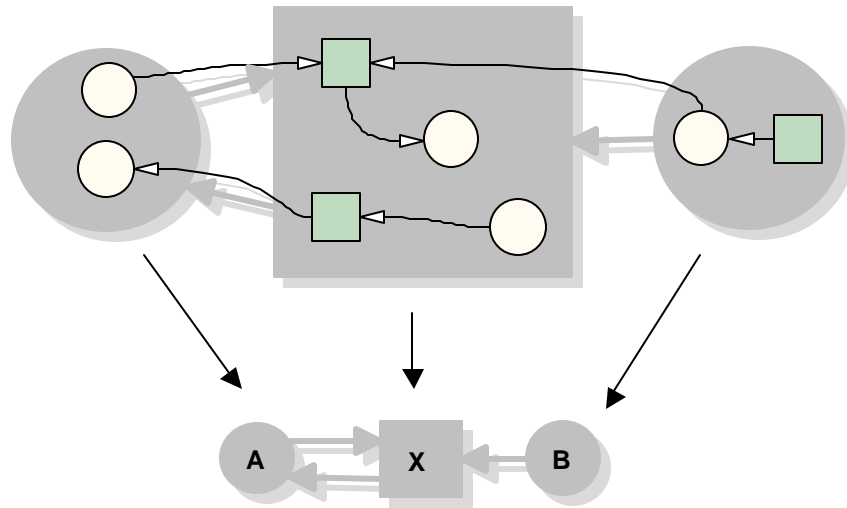


- arcos: conectan actividades y canales

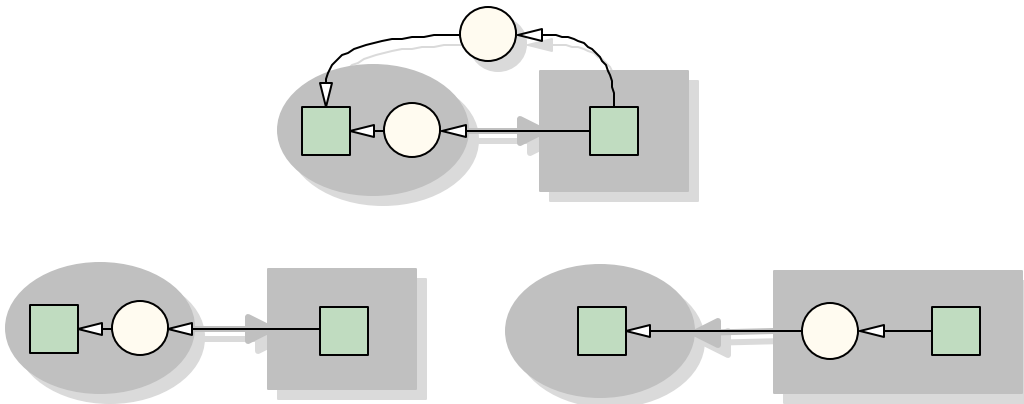


- Regla para relacionar redes detalladas (elementales o compactas) y abstractas:
 - los elementos abstractos representan a todos los elementos detallados (relación 1 a N)
 - los arcos abstractos deben respetar el sentido de los arcos detallados
 - los elementos detallados de un elemento abstracto deben ser consistentes con el ambiente y los límites del mismo

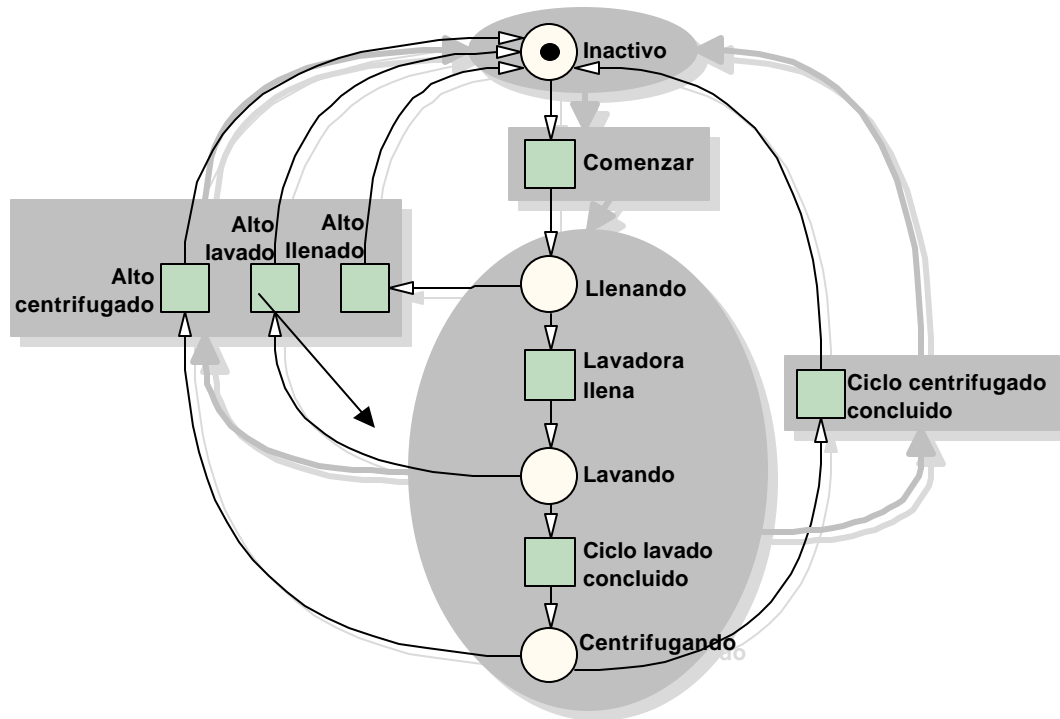
■ Ejemplo genérico:



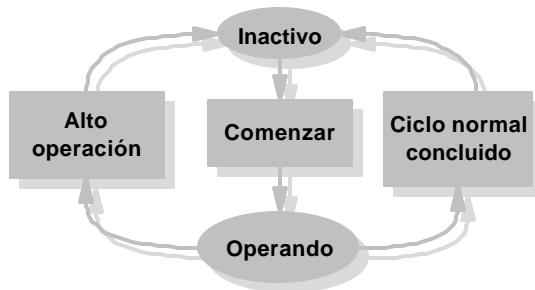
■ Ejemplos genéricos con errores:



■ Ejemplo:



■ Red abstracta resultante para el ejemplo anterior:



Para más información consultar:

- Davis, Alan. **Software Requirements: Objects, Functions, & States**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. Cap. 4.
- Heuser, Carlos. **Modelagem Conceitual de Sistemas: Redes de Petri**. Buenos Aires: Kapelusz, 1990. Cap. 2 y 3.

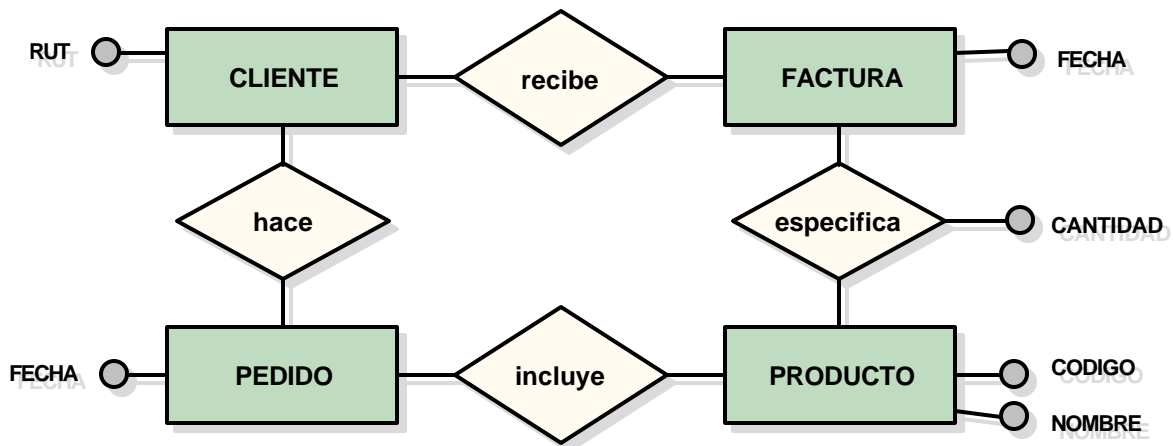
Anexo 3 Modelo de Entidades y Relacionamientos

Modelo Entidad-Relacionamiento (ER)

- ❖ también conocido como modelo entidad-relación
- ❖ enfatiza las **estructuras** de datos independientemente de los procesos
- ❖ sirve para ser mostrado a los niveles superiores de la organización
- ❖ responde a:
 - ¿qué datos se requieren para manejar el negocio?
 - ¿qué relaciones son importantes entre los datos?
 - ¿qué datos deben ser “recordados” por el sistema?

Componentes de un MER

- ❖ Modelo ER es un modelo tipo grafo con los componentes:
 - Tipo de entidades o entidades simplemente
 - Relacionamientos
 - Atributos



Tipos de Entidades

- ❖ Representación:



- ❖ Características:
 - representa conjunto o clase de “entidades”
 - cada elemento es una instancia con:
 - ◆ identificación única
 - ◆ propiedades o atributos

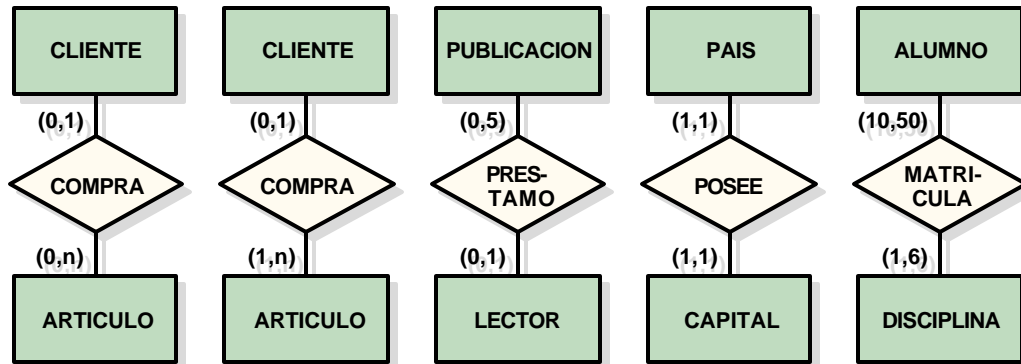
Relacionamientos entre entidades

- ❖ Definición:
 - Asocia estáticamente tipos de entidades
 - Representa un conjunto de conexiones entre instancias
- ❖ Representación:



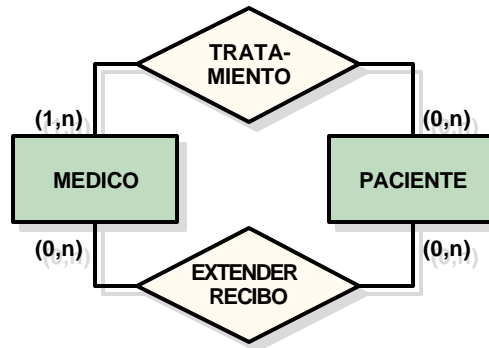
Cardinalidad de los relacionamientos binarios

- ❖ Número mínimo y máximo de instancias de cada tipo de entidad que participan en el relacionamiento: (*min*, *max*). Ejemplos:



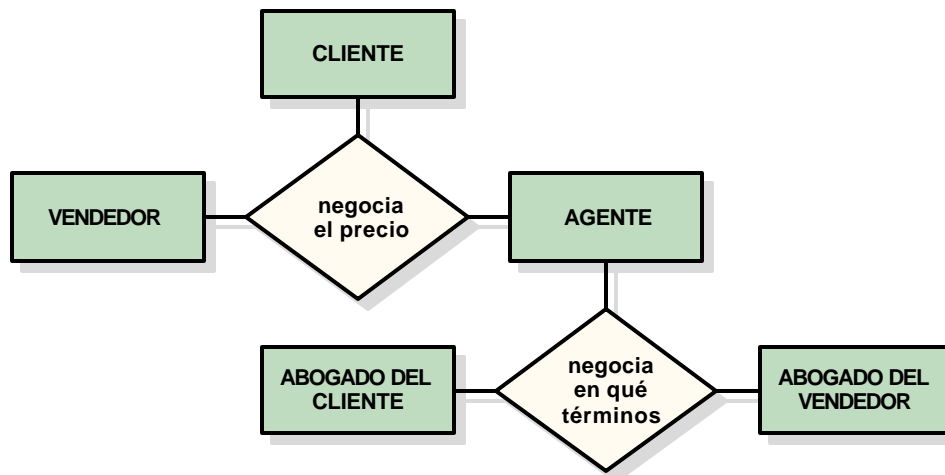
- ❖ El relacionamiento y las entidades representan algo que debe ser **recordado** (memoria del sistema).

- ❖ Puede existir más de un relacionamiento entre dos entidades. Ejemplo:



Relacionamientos múltiples

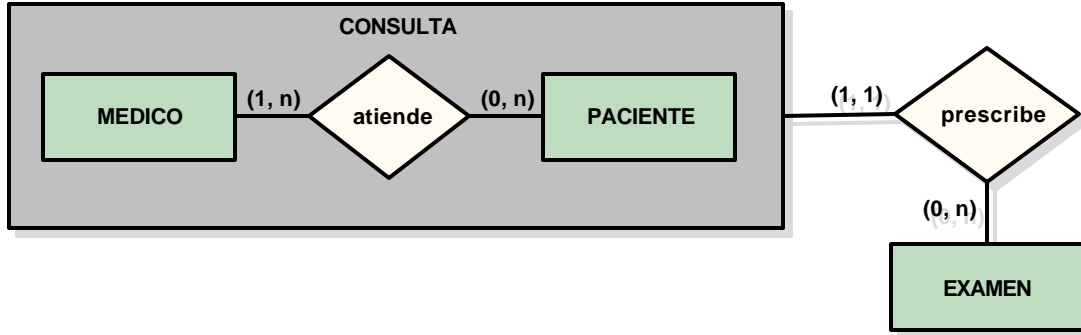
- ❖ Relacionamiento múltiple asocia 3 o más entidades
- ❖ No se coloca cardinalidad en estos relacionamientos



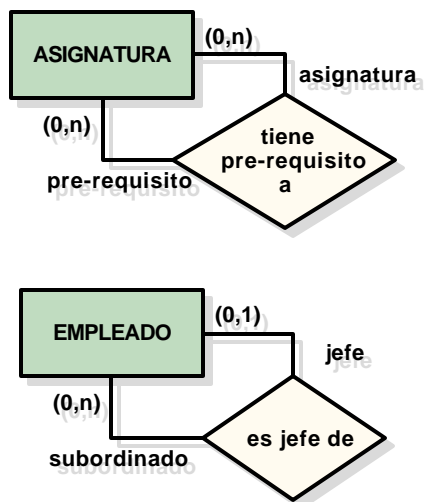
- ❖ Cuando posible tratar de descomponerlos en:
 - varios relacionamientos binarios
 - relacionamientos con entidades agregadas

Entidades agregadas

- ❖ Entidad agregada es una abstracción de un relacionamiento y las entidades involucradas, con el propósito de permitir relacionamientos con esta entidad agregada.
- ❖ Ejemplo:



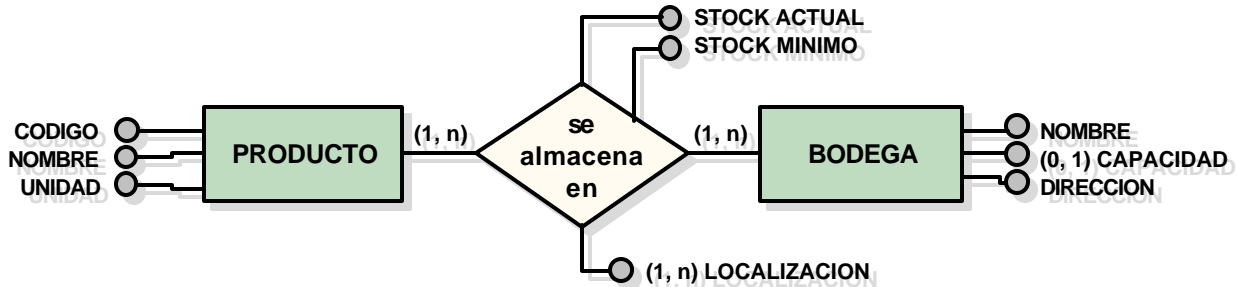
Relacionamientos recursivos



- ❖ Relacionamientos entre instancias de un mismo tipo de entidad.
- ❖ Debe indicarse el rol que cumple cada entidad en el relacionamiento.
- ❖ También llamados relacionamientos unarios o anillos (*ring*) o también auto-relacionamientos.

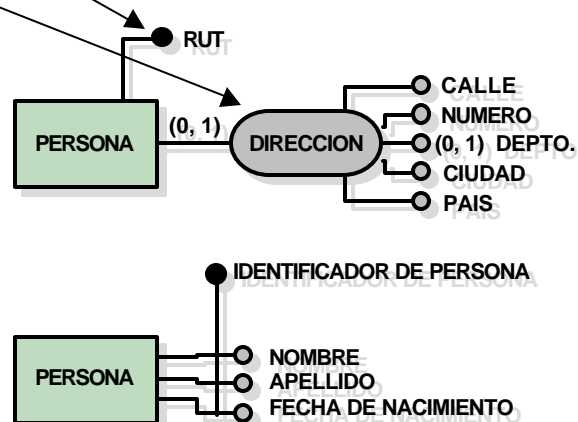
Atributos de entidades y relacionamientos

- ❖ Son propiedades relevantes, intrínsecas y determinantes de entidades y relacionamientos.
- ❖ Valoración pueden ser opcional y/o múltiple (si no se indica se asume siempre una relación 1 a 1).



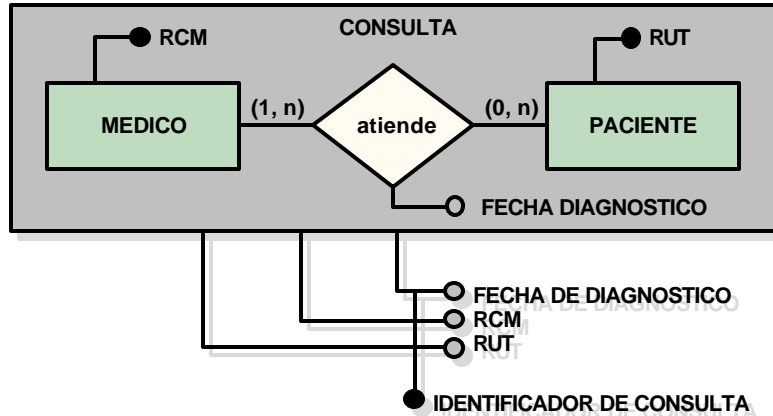
ción 1 a 1).

- ❖ Atributo también puede ser representado por medio de una entidad relacionada.
- ❖ **Identificador**: colección mínima de atributos que determina únicamente todas las instancias de una entidad.
- ❖ **Atributo compuesto**: grupo de atributos que puede usarse o entenderse en conjunto.



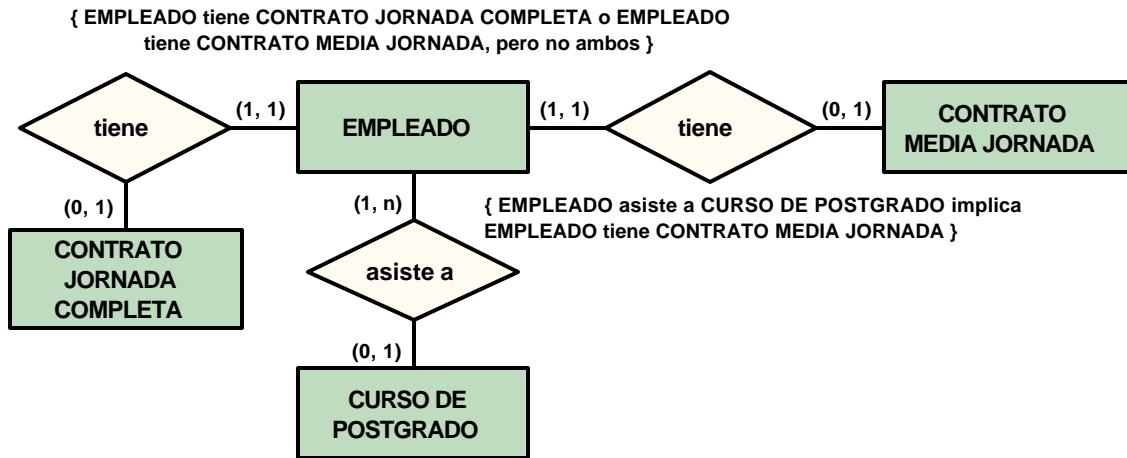
❖ Para el caso de las entidades agregadas:

- Atributos = atributos del relacionamiento + identificadores de las entidades relacionadas.
- Identificador = identificadores de las entidades relacionadas + atributos del relacionamiento (dependiendo de la cardinalidad).



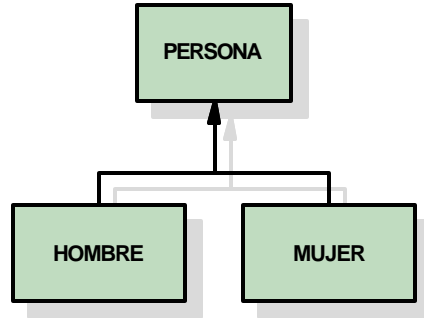
Restricciones

❖ Es posible agregar restricciones enunciadas como comentarios (entre { ... }) junto a las entidades, los relacionamientos o los atributos involucrados.

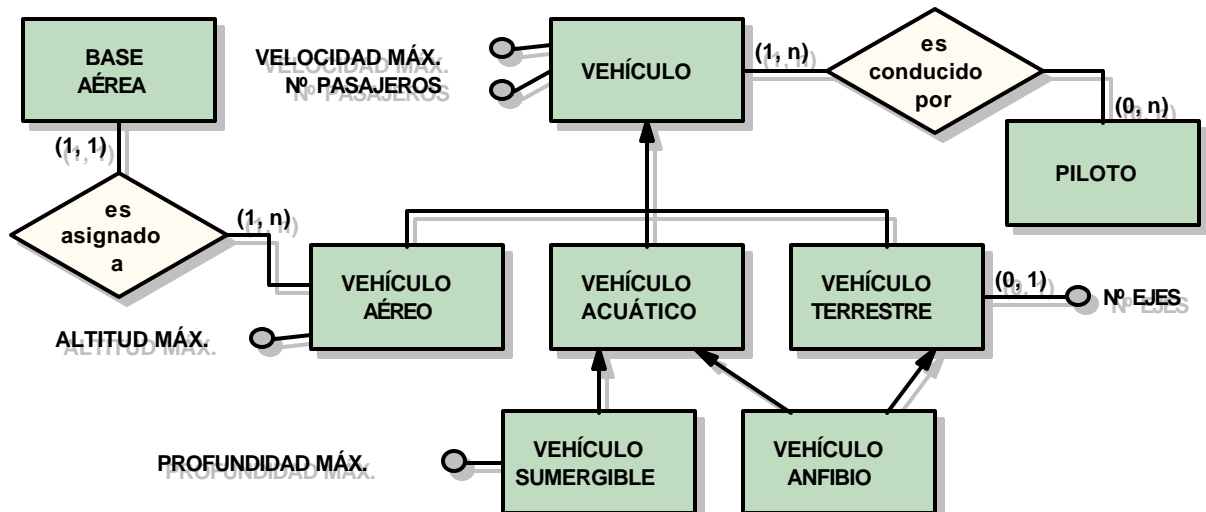


Jerarquías de herencia

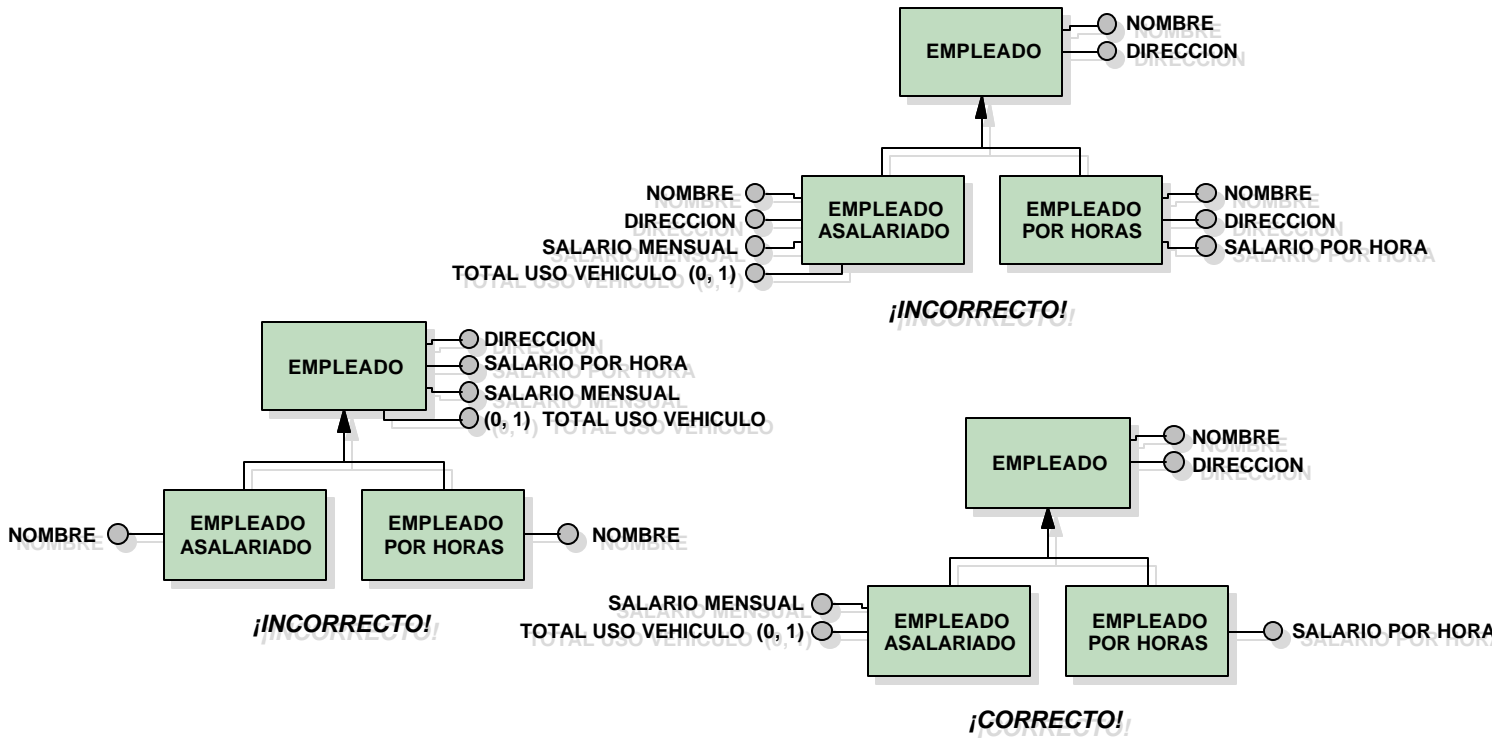
- ❖ Define relacionamientos de subconjunto o de subtipo:
 - el conjunto del cual son tomados los subconjuntos es denominado **padre** (o superentidad)
 - los subconjuntos son denominados **hijos** (o subentidades)



- ❖ **Herencia**: todos las propiedades y relacionamientos del padre son válidos para todos sus hijos.
- ❖ Un tipo de entidad puede estar involucrado en más de una jerarquía de herencia.
- ❖ Formas para obtener estas jerarquías:
 - Especialización: del padre a l(os) hijo(s)
 - Generalización: de l(os) hijo(s) al padre
 - Combinación de las anteriores
- ❖ Ejemplo:

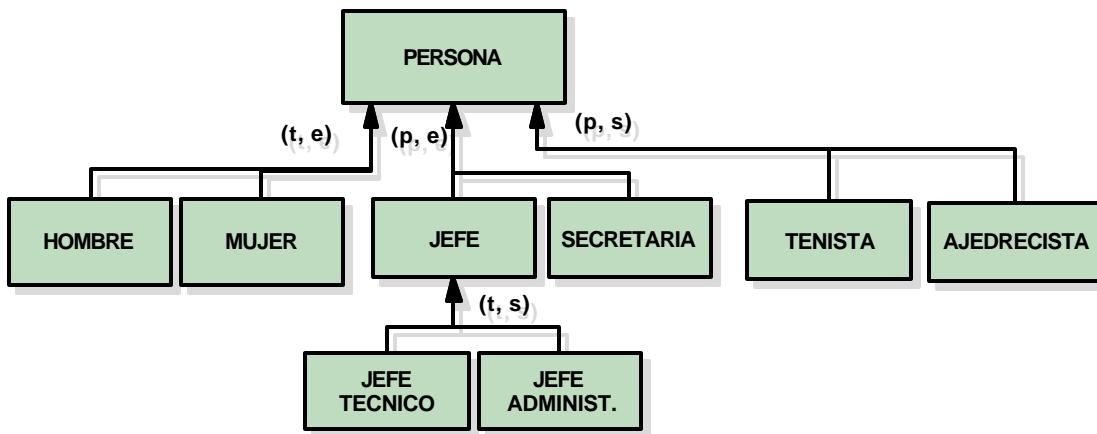


❖ Más ejemplos:

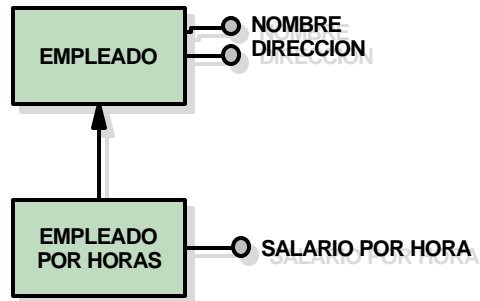


Propiedades de las jerarquías de herencia

- ❖ **Totalidad** (total o parcial): si todas las instancias del padre pertenecen o no a alguno de los hijos.
- ❖ **Exclusión** (exclusiva o sobrepuesta): si la intersección entre las instancias de los hijos de un padre es vacía o no.



❖ Caso especial son los **subconjuntos**: jerarquía de una entidad con un único hijo.



Para más información consultar:

- Batini, Carlo et al. **Diseño Conceptual de Bases de Datos: Un Enfoque Entidades-Interrelaciones**. Madrid: Addison-Wesley/Diaz de Santos, 1994. Cap. 2 y 11.